

東関東支部第42回技術懇談会
『塑性加工とトライボロジー』

2014.09.19

YUKEN
INDUSTRY CO., LTD.

金型用PVD処理Yコートの特 性と適用実績



ユケン工業株式会社
技術部 TCS課
松田 力



◆アウトライン

1. 会社案内
2. PVD皮膜の特性と適用実績
 - Yコート タイプ[°]CN
 - Yコート タイプ[°]A
 - Yコート タイプ[°]M・BL
3. おわりに





1. 会社案内

2. PVD皮膜の特性と適用実績

- Yコート タイプ[°]CN
- Yコート タイプ[°]A
- Yコート タイプ[°]M・BL

3. おわりに





◆会社概要

- ◆社名: ユケン工業株式会社
- ◆創業: 昭和12年3月(1937年)
- ◆設立: 昭和26年2月1日(1951年)
- ◆資本金: 96百円
- ◆従業員: 279名



愛知県刈谷市(本社)



愛知県安城市



富山県小矢部市





◆事業内容

- 工業用化学洗浄剤、表面処理薬品の製造販売

表面処理剤



ボルト
(耐食剤、光沢剤)



電子部品
(めっき剤、光沢剤)



- プラスチック部品の装飾めっき、金型へコーティング処理

プラスチック部品



金型





◆『Yコート』の成膜方法

PVD(物理的蒸着法)中のイオンプレーティング法で処理



処理プロセス

金属を熱エネルギーでイオン化(+)



印加(-)したコーティング物表面で
金属とガスを反応させる
(→真空中での電気めっき)

特徴

低温処理(～500℃)であるので

処理前後の寸変が極小

(※コーティング物は高温焼き戻しが必要)





◆PVDコーティング市場の規模と内容

需要分野	百万円
切削工具	5,344
金型	5,444
機械部品	1,392
自動車部品	1,092
その他	304
合計	13,576

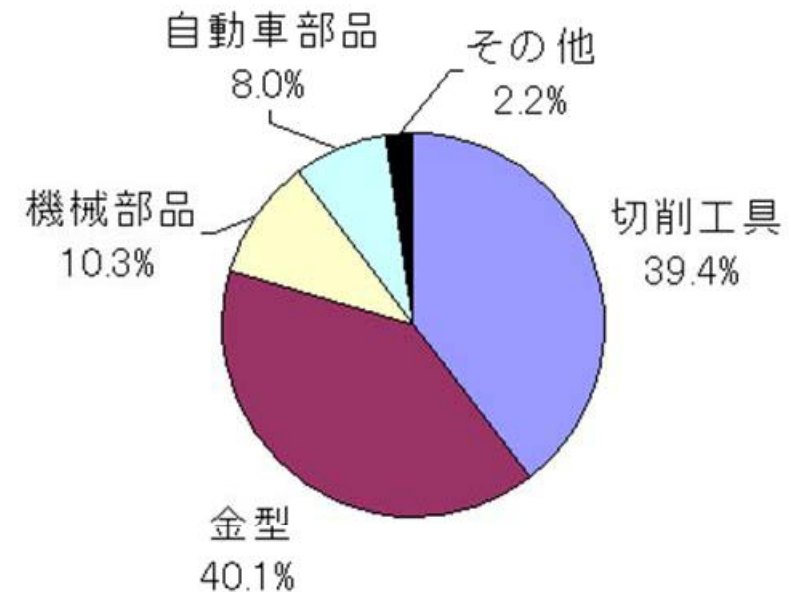


表. 2011年度需要分野別構成率 (PVDコーティング)

- 2011年度PVDコーティング市場規模は135億円（金型市場は4割）

（出典：（株）矢野経済研究所：2012年版 ドライコーティング市場の全貌と将来展望）





◆金型用PVDコーティング（Yコート）

金型の寿命延長を目的とした表面処理



処理前

処理後

金型名称： 成形パンチ
コーティング皮膜： TiN（窒化チタン）

表面処理で付与される機能

- ・高耐摩耗性
（金型素材の3倍～5倍の硬度）
- ・高耐熱性
（最高耐熱温度1,000℃）
- ・耐溶着性
- ・低摩擦（トライボ特性）
- ・高離型性
- ・高耐食性

etc・・・





1. 会社案内

2. PVD皮膜の特性と適用実績

- Yコート タイプ[°]CN
- Yコート タイプ[°]A
- Yコート タイプ[°]M・BL

3. おわりに





◆弊社皮膜の使用領域

原料	当社商品名	冷間領域		熱間領域		色
		鍛造・プレス	樹脂	鍛造・プレス	ダイカスト	
チタン系 (Ti)	タイプ [°] N (TiN)	○	○	×	×	
	タイプ [°] CN (TiCN)	○	○	×	×	
バナジウム系 (V)	タイプ [°] V	○	—	×	—	
	タイプ [°] G	○	—	—	—	
アルミ系 (Al)	タイプ [°] A	○	—	—	—	
クロム系 (Cr)	タイプ [°] R (CrN)	○	○	○	○	
	タイプ [°] C	○	—	○	○	
	タイプ [°] M	×	○	—	—	
	タイプ [°] BL	×	○	—	—	

○ : 評価実績があり、使用されている × : 評価実績はあるが、使用されていない
 — : 評価実績無し





① Yコート タイプ[°]CN (TiCN)

～ 同じ組成 (TiCN) でも、各社皮膜物性はそれぞれ～



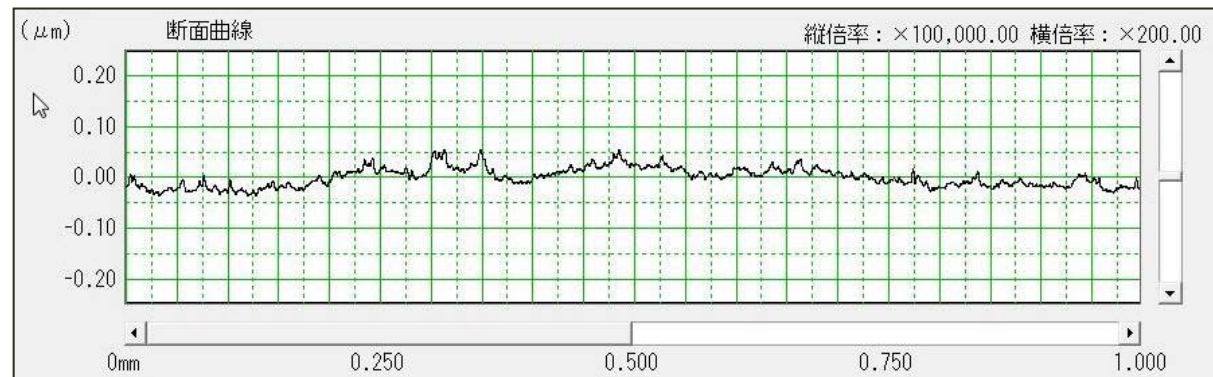
冷間鍛造・プレス金型向け



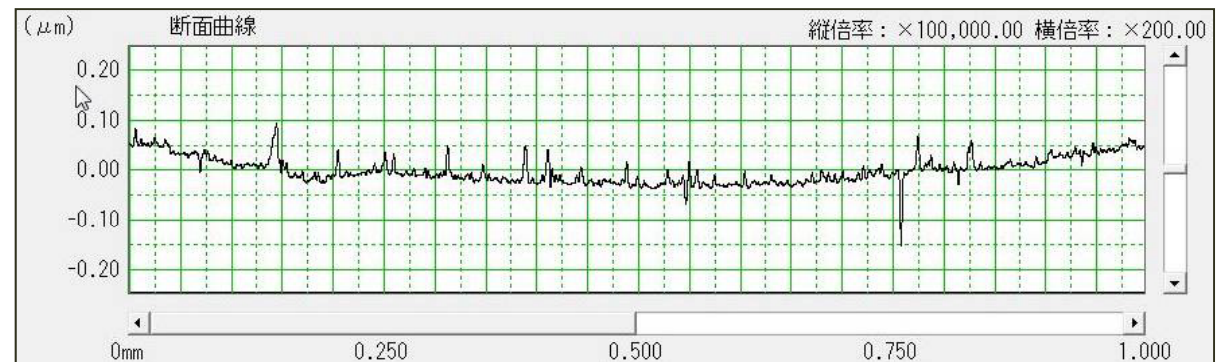
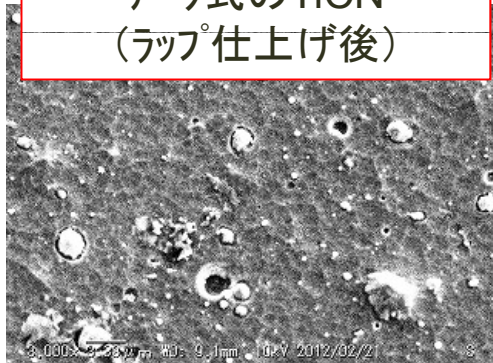
◆成膜方法が異なるTiCNの面平滑性

タイプCNの最大特徴・・・面平滑性

タイプCN（電子ビーム式）
（着膜直後）



アーク式のTiCN
（ラップ仕上げ後）

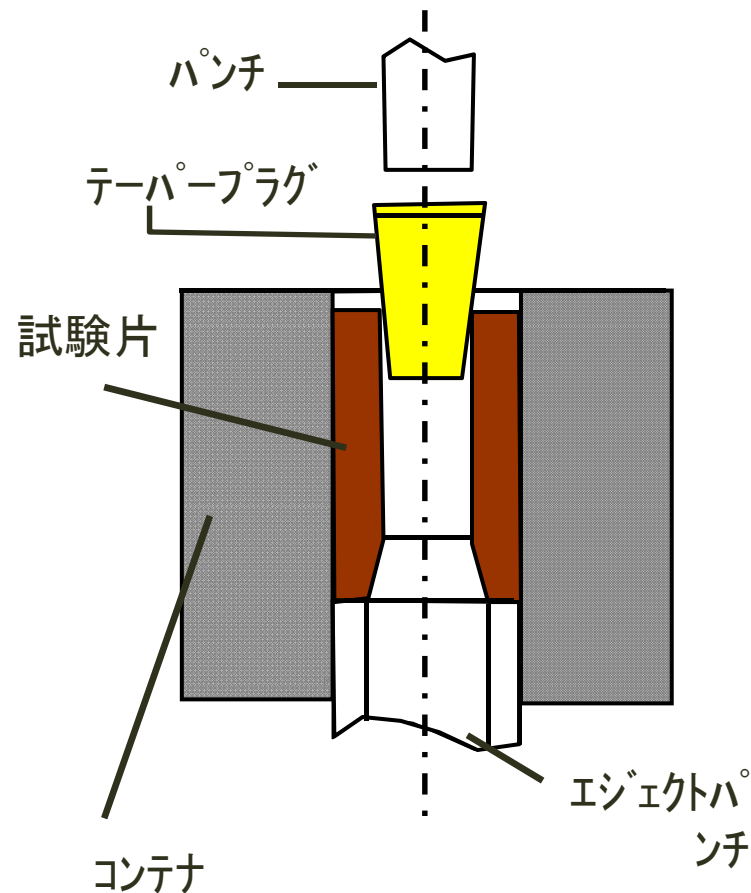


- 成膜方式によって、面粗度は大きな違いが出る



机上における摩擦特性 ～テーパープラグ通し試験～

評価方法概要と試験条件



試験片	SCM420 (267Hv)
潤滑剤	一液潤滑
テーパープラグ材質	SKH51
表面処理	アーク式TiN
	電子ビーム式TiN
減面率	14%

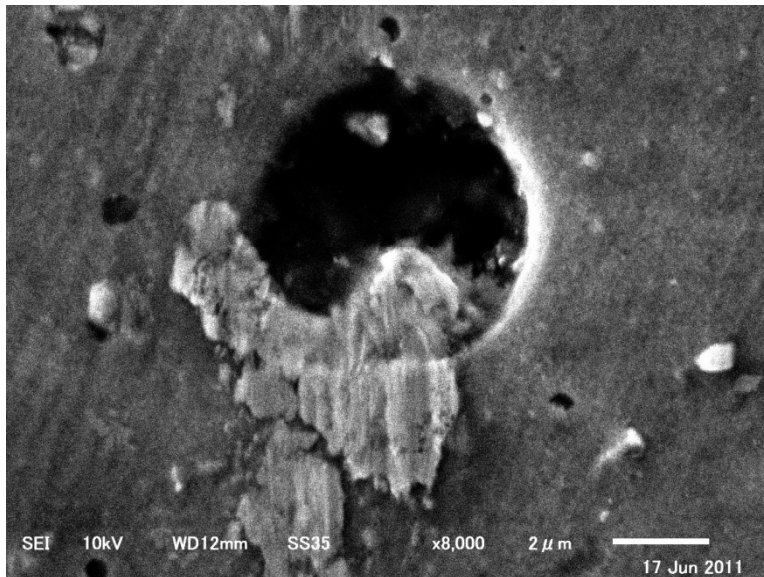
参考文献： 北村憲彦、ほか 平成24年度塑性加工春季講演会講演論文集、P.378-348





机上における摩擦特性 ～テーパプラグ通し試験～

AIP被覆プラグ表面拡大



- ・ 電子ビーム式(EB)は、アーク式(AIP)より押込み荷重が低い
→ 膜成分が同じでも、成膜方式によりトライボ特性に差がある

参考文献： 北村憲彦、ほか 平成24年度塑性加工春季講演会講演論文集、P.378-348





② Yコート タイプA

～高サイクル化に伴う熱負荷増大へ対応できる皮膜～

～優れた高温耐久性、耐焼き付き性～



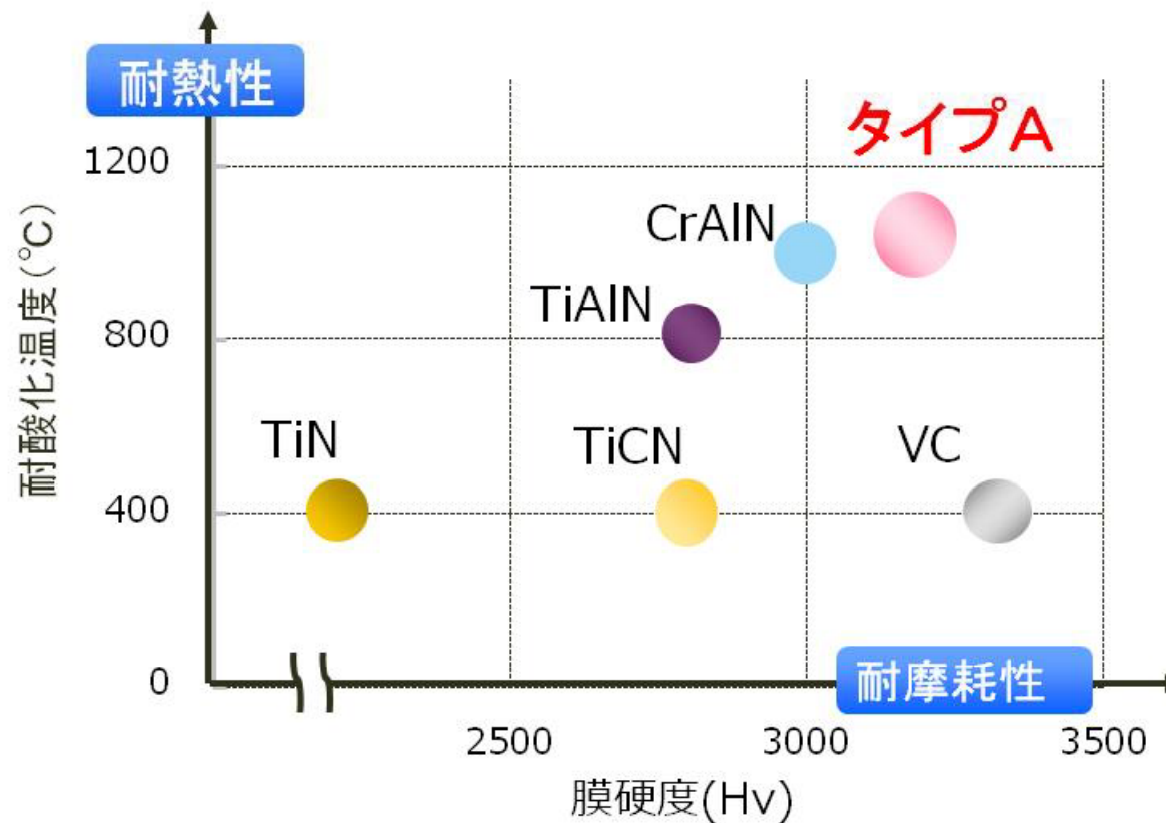
冷間鍛造・プレス金型向け





タイプA皮膜の特徴

タイプAの最大特徴・・・ 高温耐久性



タイプA物性

膜硬度 3,200Hv

耐酸化温度 1,000°C
以上

用途

ヘッダー加工、抜き加工

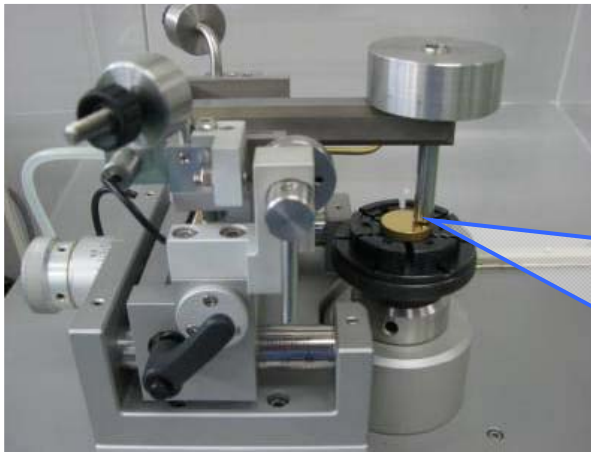
- ・ 高温領域でも高い膜硬度を維持し、型表面の摩耗を抑制



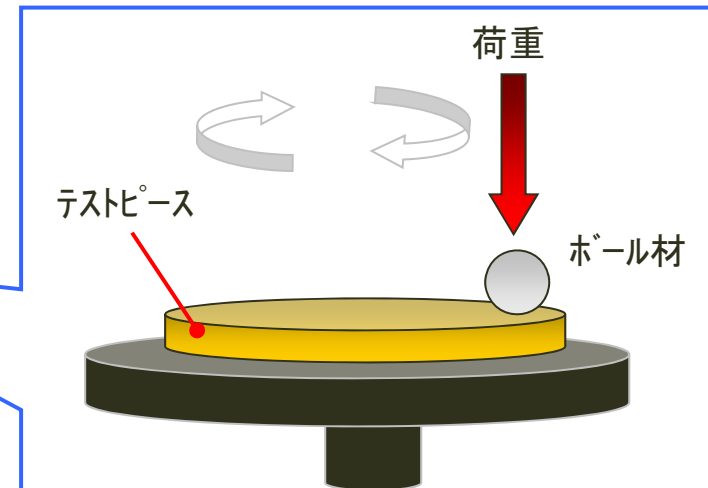


机上における摩擦特性 ～ボールオンディスク摩擦試験～

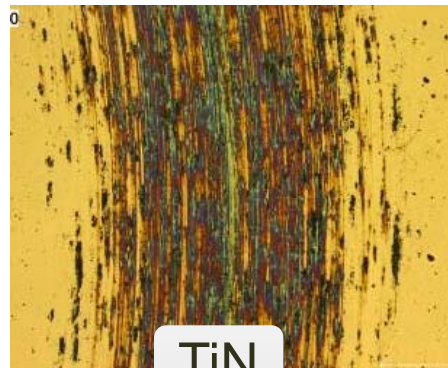
評価方法外観



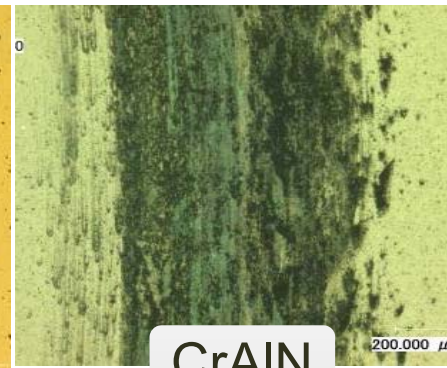
(条件: 対SUJ2、荷重5N-試験距離200m)



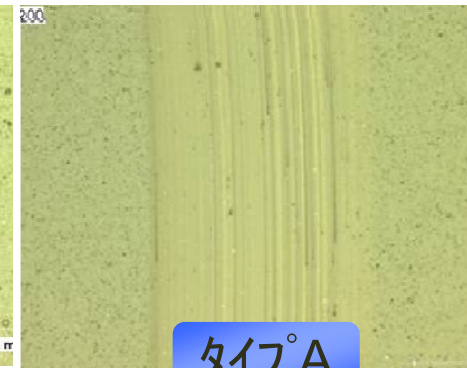
未処理



TiN



CrAlN



タイプA

- ・ タイプAが最も焼き付きが軽微

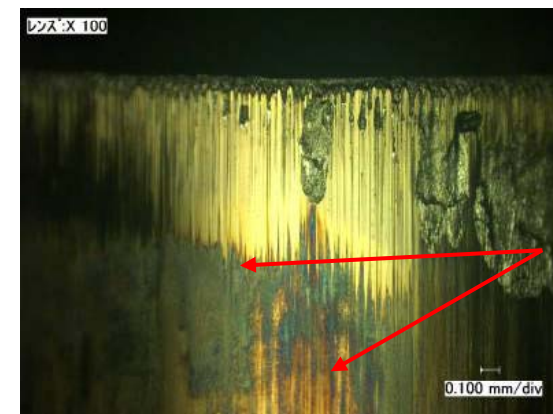


実成形における性能評価 ～抜きパンチ～

ワーク材	40kg級ハイテン（440材）
型材	HAP10
板厚	5mm
加工速度	spm25
潤滑	ドライ加工
従来表面処理	TiCN : 20,000s

問題点

- ・ 20,000ショットでかじりに進展
→ワーク材の焼き付きが生じ、
摩擦熱が増大
→早期に皮膜が消失



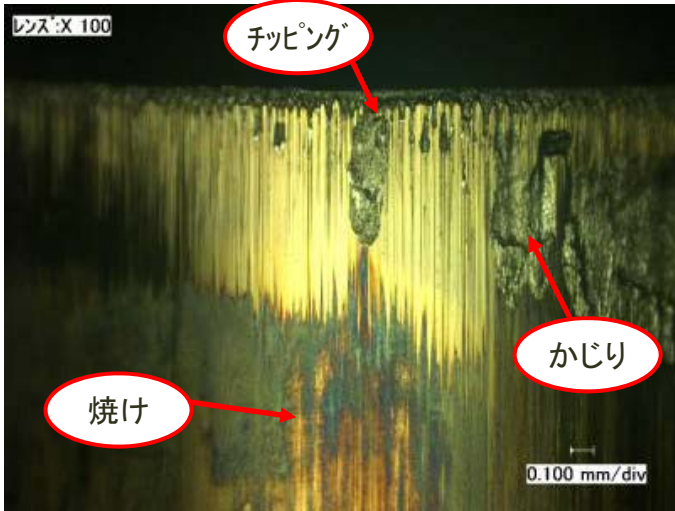
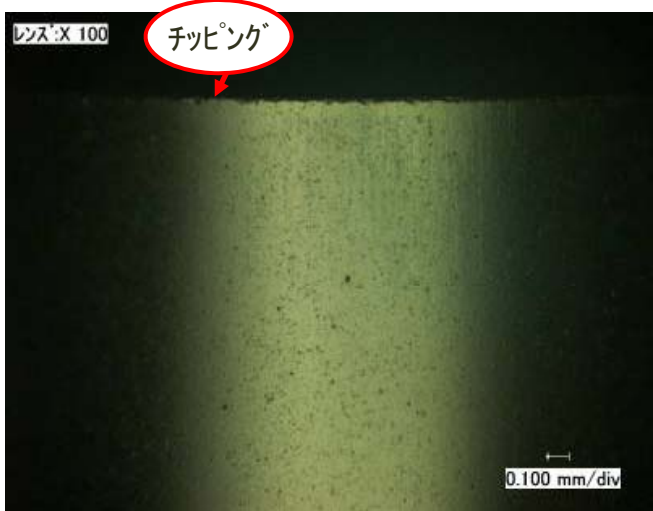
焼け

従来処理品の使用後(20,000s)写真





TiCNとタイプAの金型損傷の違い

型名	抜きパンチ	
皮膜	TiCN	タイプA
損傷	かじり・焼き付き・チッピング	チッピング
損傷写真		
寿命	2万ショット	5万5千ショット以上

- ・ タイプA皮膜の高温耐久性や耐焼き付き性が有効である事例





③ Yコート タイプ°M、タイプ°BL



樹脂成型用金型向け

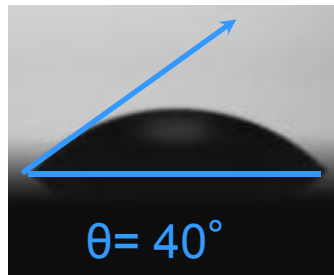




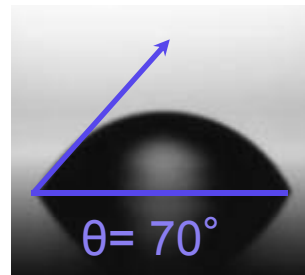
タイプM、タイプBL皮膜の特徴

タイプM、タイプBLの特徴・・・ 低表面エネルギー

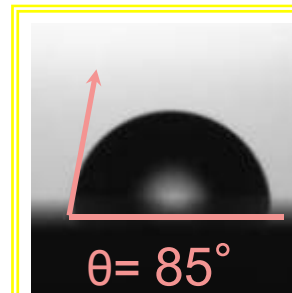
＜各表面処理の対水接触角＞



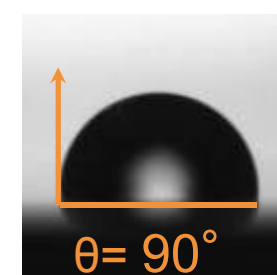
未処理
(樹脂金型用鋼)



Crめっき



タイプM



タイプBL

低い ←————→ 高い

Young-Dupre'の式

$$W_{SL} = \gamma_L (1 + \cos\theta)$$

W_{SL} : 皮膜-相手材間の付着エネルギー

γ_L : 相手材の表面自由エネルギー

θ : 皮膜-相手材間の接触角

- ・ 接触角が高い = 付着エネルギーが低い



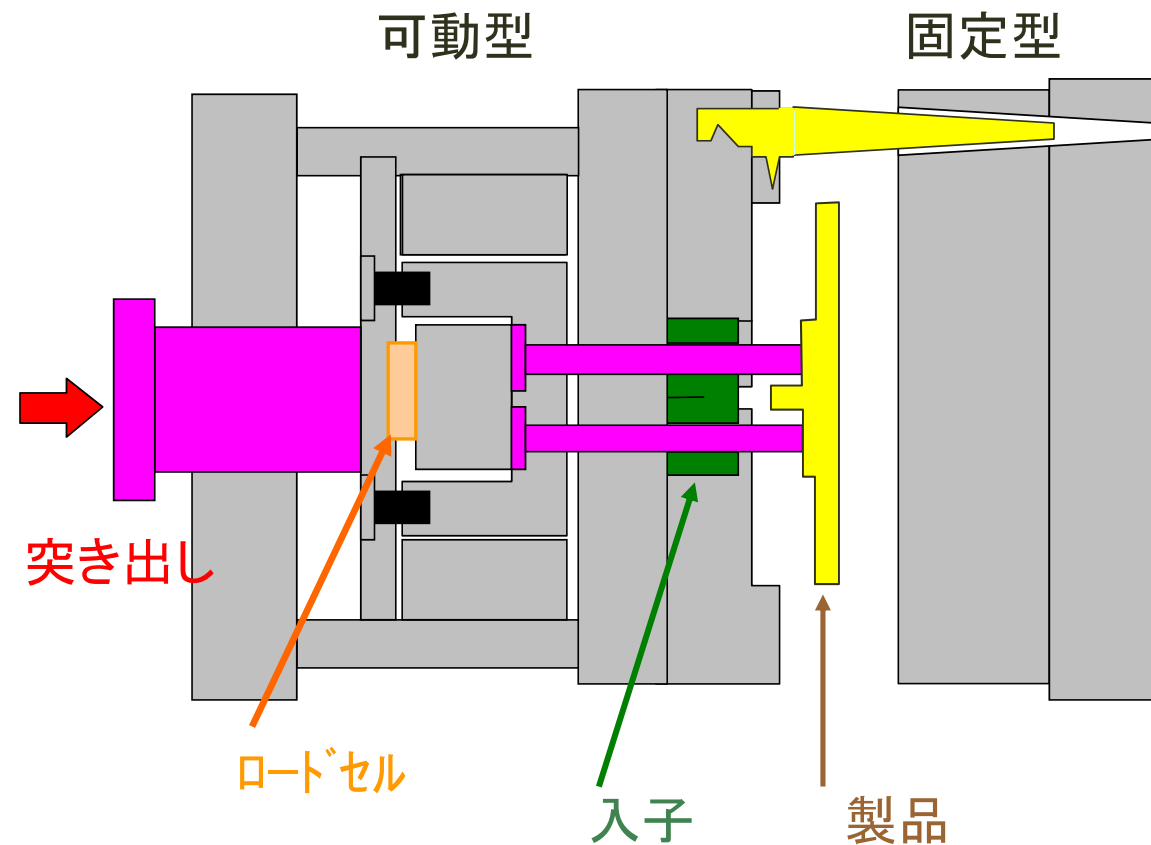


机上における離型性評価 ～実成形機における評価～

評価方法概要



離型評価型 (ダイセット)



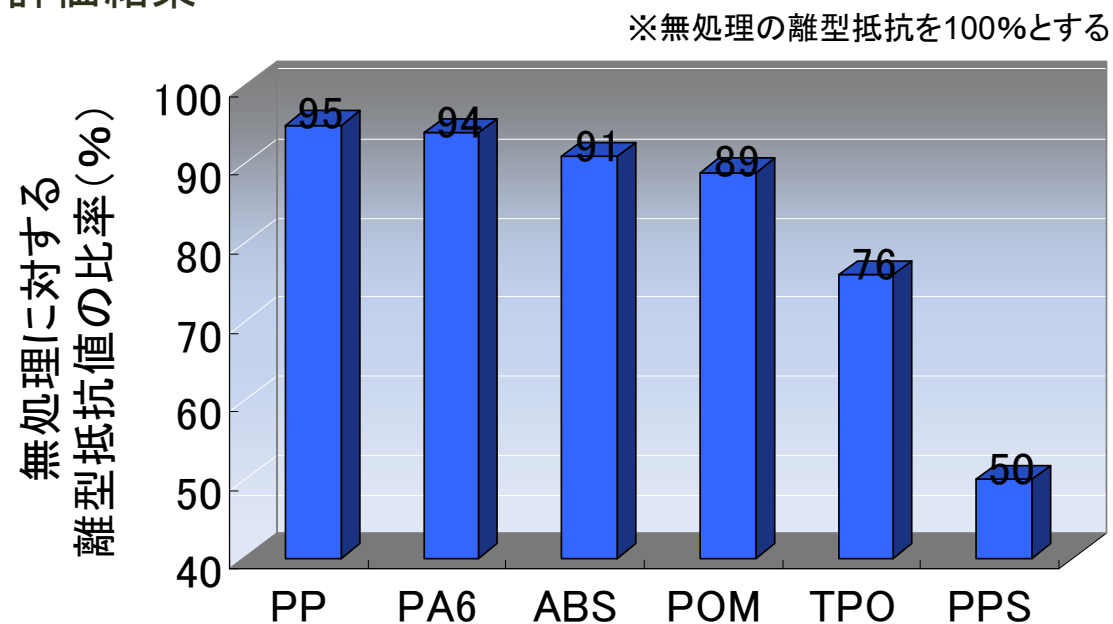
- 製品離型時の押出荷重を測定し、離型性を評価
(離型抵抗)



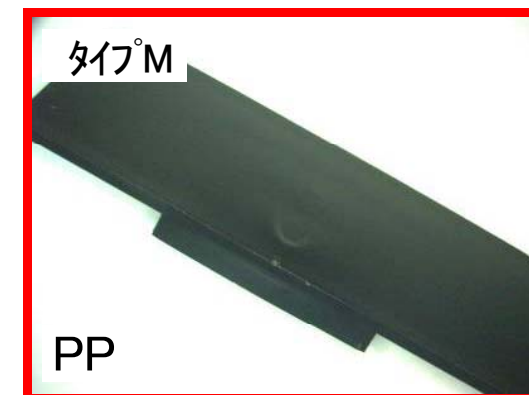


机上における離型性評価 ～実成形機における評価～

評価結果



実機離型抵抗測定結果(タイフM・BL)



- ・ 樹脂の種類により差は見られるが、離型抵抗値を低減
- ・ 離型抵抗低減率5%でも、被加工材の白化を抑制





実成形における性能評価 ～押出成形～

部品名	ヘッド
樹脂材料	PVC ポリ塩化ビニル
成形温度	200℃ (160～220℃)
材質	S45C
従来表面処理	未処理

被加工材写真



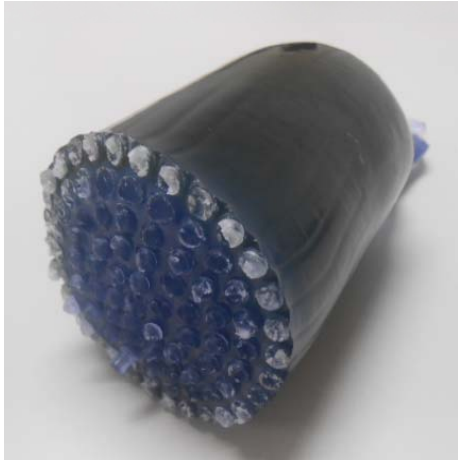
問題点

- 1ロットで焼けにより品質ダウン。
定期メンテナンスにて不良対策を実施
(1ロット4～5日〔24H/日連続稼働〕)





未表面処理とタイプBLの製品外観の違い

工法	押出成形	
皮膜	未表面処理	タイプBL
製品損傷	焼け	-
経過日数	1ロット	1ロット
製品写真		

- 1ヵ月間(6ロット)ノーメンテナンスで成形可能
→タイプBLの摺動特性が有効に働いた事例





おわりに

- PVD皮膜のトライボ特性は、面粗度、成分、付着エネルギーや、結晶配向等が関与しており、金型寿命や、製品品質に大きな影響を及ぼす。
- ただし、実成形において、完全な無潤滑状態で、使用されることは少なく、潤滑との相性や被加工材、成形条件によっても、影響を受ける。
- よって、一つの分野のみでなく、関連する複数の分野が連携しながら、性能向上に向けた取り組みやトライボメカニズムの解析を行うことが重要と考える。





お問い合わせ先

※コーティング可否や技術的なご相談も承っております。
お客様のご要望を満たし、満足して頂ける
「表面処理」をご提案致します。
是非とも1度、お問い合わせ下さい。

ユケン工業株式会社

〒446-0053

愛知県安城市高棚町土井ノ内123番地

TEL:0566-73-2131(代) FAX:0566-92-7134

URL. <http://www.yuken-ind.co.jp>

技術部 TCS課 松田 力

